

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт ИНК
Направление подготовки 15.03.01
Кафедра ОТСП

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы	
Технология сборки и сварки балки сварной рамы	
УДК <u>621.791.75.01:624.07</u>	

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В31	Сигагин Михаил Михайлович		

Соруководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Дегтерев А. С.	-		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Гордынец А. С.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Баннова К.А.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Анищенко Ю.В.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОТСП	Киселев А.С.	к.т.н., доцент		

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт ИНК
Направление подготовки 15.03.01
Кафедра ОТСП

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
1В31	Сигагину Михаилу Михайловичу

Тема работы:

Технология сборки и сварки стрелы консольного крана	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	23.03.2017, 2034/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Разработать технологию сборки и сварки серийно выпускаемой балки коробчатого сечения следующих геометрических размеров: пролет балки - 12000 мм, высота и ширина балки- 500 мм, толщина стенки основных элементов сечения балки- 10 мм.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	Введение, литературный обзор, содержащий сведения о современных технологиях изготовления балочных конструкций в заводских условиях, практическую часть, в которой осуществлен обоснованный выбор проката, сборочных приспособлений, способов сварки, сварочного оборудования и сварочных материалов, а также разработана технология сборки и сварки балки коробчатого сечения пролетом 12 м, заключение.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Сборочный чертеж

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Баннова К.А.
Социальная ответственность	Анищенко Ю.В.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

<i>Должность</i>	<i>ФИО</i>	<i>Ученая степень, звание</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>
Ассистент	Дегтерев А. С.	-		

Задание принял к исполнению студент:

<i>Группа</i>	<i>ФИО</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>
1В31	Сигагин М.М.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСО-
СБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
1В31	Сигагину Михаилу Михайловичу

Институт	Неразрушающего контроля	Кафедра	ОТСП
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

<i>1.Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и технологических</i>	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях аналитических материалах, статических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; наблюдение.
<i>2.Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
<i>3.Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчисления, дисконтирования и кредитования</i>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1.Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Определение потенциалов потребителя результатов исследования, SWOT-анализ, определение возможных альтернатив проведения научных исследований.
<i>2.Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Планирование этапов работы, определение календарного графика трудоёмкости работы, расчет бюджета.
<i>3.Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Оценка сравнительной эффективности проекта

Перечень графического материала:

1.Оценка конкурентоспособности технических решений 2.Матрица SWOT 3.Коммерциализация проекта 4.График проведения и бюджет НИ 5.Оценка сравнительной эффективности НИ
--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Баннова К.А.	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В31	Сигагин М. М.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1В31	Сигагину Михаилу Михайловичу

Институт	ИНК	Кафедра	ОТСП
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения

Объект исследования – сварочный выпрямитель СВАРОГ MIG 500 DSP

Область применения – сварочные работы

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность

1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:

- физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;
- действие фактора на организм человека;
- приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);
- предлагаемые средства защиты;
- (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).

1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:

- механические опасности (источники, средства защиты);
- термические опасности (источники, средства защиты);
- электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты)

Анализ выявленных вредных факторов:

- 1) отклонение параметров микроклимата в помещении;
- 2) недостаточная освещенность рабочей зоны;
- 3) повышенный уровень электромагнитных излучений;
- 4) повышенный уровень шума на рабочем месте;
- 5) вредные вещества.

Анализ выявленных опасных факторов:

- 1) электрический ток;
- 2) термическая опасность.

2. Экологическая безопасность:

- защита селитебной зоны
- анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);
- анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);
- анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);
- разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.

Воздействие на окружающую среду:

- пары газа;
- сварочная пыль.

3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.	Возможными чрезвычайными ситуациями являются пожар и ситуации природного характера.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Правовые нормы трудового законодательства, регулирующие соблюдение безопасности при работе в производственных помещениях.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Анищенко Ю. В.	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В31	Сигагин М. М.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 59 с., 15 рис., 41 табл., 17 источников, 1 приложение.

Ключевые слова: механизированная сварка в среде защитных газов, автоматическая сварка под слоем флюса, сварные конструкции, балки, балка коробчатого сечения.

Цель работы – разработать технологию сборки и сварки серийно выпускаемой балки коробчатого сечения.

В процессе выполнения работы были подобраны: основной материал балки, сборочно-сварочное приспособление, способ сварки, сварочное оборудование и сварочные материалы. Описан раскрой проката и подготовка листов к сборочно-сварочным работам.

В результате выполнения работы была разработана технология сборки и сварки балки коробчатого сечения.

Область применения: строительная отрасль.

Содержание:

	С.
ВВЕДЕНИЕ	10
1.ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР	11
1.1 Сборка балочных конструкций.....	11
1.2 Сварка балочных конструкций	12
2.ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	15
2.1.Выбор проката и подготовительные работы.....	15
2.2 Подбор сварочных приспособлений	17
2.3 Определение способов сварки, сварочного оборудования и сварочных материалов	17
2.4 Технология сборки и сварки	21
3.ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	36
3.1 Анализ конкурентных технических решений	37
3.2 SWOT-анализ.....	38
3.3 Планирование научно-исследовательских работ.....	41
3.3.1 Структура работ в рамках научного исследования	41
3.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ	41
3.3.3 Разработка графика проведения научного исследования	44
3.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	46
3.4.1 Расчет материальных затрат НТИ	46
3.4.2 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	47
3.4.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	47
3.4.4 Накладные расходы.....	48
3.4.5 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта ...	49
3.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансово, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	50
4.СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	54
4.1 Производственная безопасность.....	54
4.1.1 Отклонение параметров микроклимата в помещении	55

4.1.2 Повышенный уровень шума на рабочем месте	57
4.1.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны	58
4.1.4 Повышенный уровень электромагнитных излучений.....	59
4.1.5 Вредные вещества	60
4.1.6 Электрический ток	61
4.1.7 Термическая опасность.....	63
4.2 Экологическая безопасность.....	63
4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	64
4.3.1. Пожарная безопасность	65
4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	66
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	68
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	69
ПРИЛОЖЕНИЕ А	71

ВВЕДЕНИЕ

Балки – это сплошностенчатые элементы конструкции, работающие, преимущественно, на поперечный изгиб. Область применения балок в строительстве очень широка: от небольших элементов рабочих площадок, междуэтажных перекрытий производственных или гражданских зданий до большепролетных балок мостов, тяжело нагруженных подкрановых балок. Основные сечения, применяемые в изготовлении балок: двутавровое и коробчатое. Балки коробчатого сечения сложнее в изготовлении, чем двутавровые, но имеют большую жесткость на кручение и поэтому находят широкое применение в конструкциях крановых мостов.

Целью настоящей работы: разработать технологию сборки и сварки серийно выпускаемой балки коробчатого сечения.

Для решения поставленной цели, необходимо решить следующие задачи:

- 1) выбрать прокат элементов балки, способы сварки, сварочное оборудование, сборочные приспособления и сварочные материалы;
- 2) описать операцию раскроя листового проката;
- 3) определить перечень мероприятий по подготовке к сборке и сварке отдельных элементов балки, сварочных материалов и оборудования.
- 4) Описать операции сборки и сварки балки коробчатого сечения
- 5) Определить методы и объемы контроля качества изготовленной балки

1.ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1 Сборка балочных конструкций

Процесс изготовления сварочных конструкций состоит из основных, вспомогательных и обслуживающих операций. К основным относятся заготовительные, сборка, сварка и др.; к вспомогательным – контрольные, наладочные, транспортные и др.; к обслуживающим – ремонтные и ряд других операций.

Механическое оборудование обеспечивает механизацию значительной части производственного процесса изготовления сварных изделий. В серийном производстве балочных конструкций применяют следующее сборочно-сварочное оборудование [1]:

- 1) плиты для сборочно-сварочных работ;
- 2) столы для сварщика;
- 3) манипуляторы;
- 4) позиционеры;
- 5) вращатели;
- 6) кантователи;
- 7) порталы;
- 8) роликовые опоры и плиты.

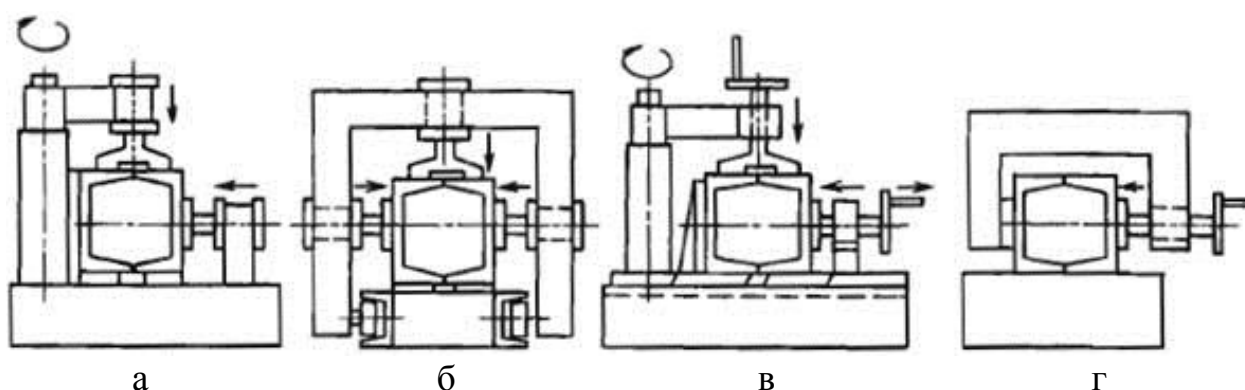


Рисунок 1. Типы сборочного оборудования:

а – кондуктор, б – стенд с передвижным порталом, в – сборочно-разборное приспособление, г – переносное приспособление (струбцина)

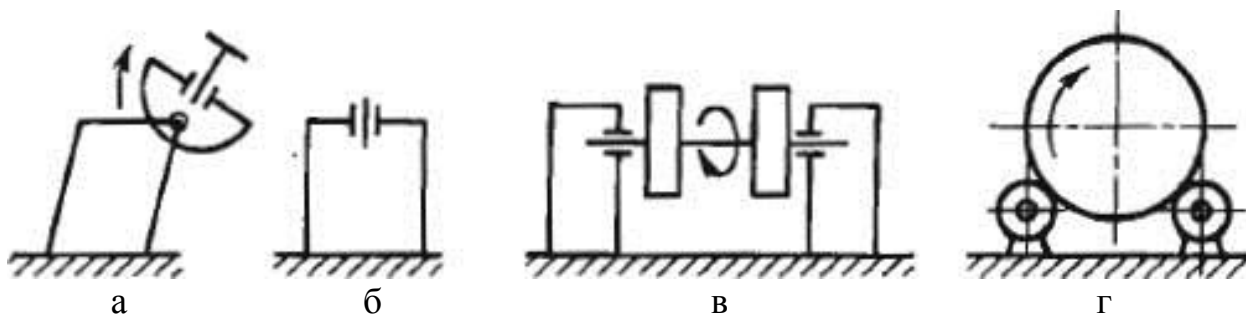


Рисунок 2. Схемы устройств для позиционирования свариваемых изделий: а – универсальный вращатель, б – вращатель, в – кантователь, г – роликовый вращатель

Кантователи позволяют сваривать балки небольшой длины, которые легко вращаются вокруг своей оси, и не будут иметь остаточные напряжения после сварки. Передвижные порталы обеспечивают прижатие в необходимом месте для прихваток, позволяет сваривать балки большей длины, чем кантователи. Позиционеры устанавливают балку для выполнения шва в наилучшем положении при сварке.

1.2 Сварка балочных конструкций

При изготовлении балочных конструкций приемы и последовательность наложения швов может быть различной:

- 1) наклонным электродом одновременно свариваются два шва, однако может возникнуть подрез стенки или полки;
- 2) выполнение швов «в лодочку», благоприятные условия их формирования, нужен поворот балки после каждого пройденного шва.

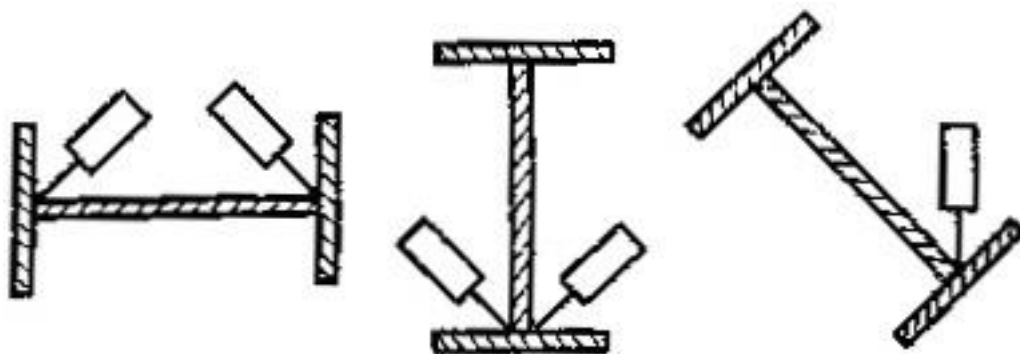


Рисунок 3. Способы наложения швов при сварке балок

Сварка балочных конструкций осуществляется следующими способами:

- 1) механизированная сварка плавящимся электродом в углекислом газе;
- 2) автоматическая сварка под слоем флюса.

При механизированной сварке плавящимся электродом в углекислом газе происходит постоянная подача сварочной проволоки в сварочную ванну, которая защищается от воздуха углекислым газом. Это позволяет сваривать труднодоступные места.

Преимущества и недостатки механизированной сварки плавящимся электродом в углекислом газе [2].

Преимущества:

- 1) высокое качество сварных швов;
- 2) возможность сварки металла малых толщин;
- 3) высокоэффективная защита расплавленного металла;
- 4) возможность наблюдения за ванной и дугой;
- 5) возможность выполнения швов во всех пространственных положениях;
- 6) при многослойной сварке отсутствие зачистки сварного шва от шлака и флюса.

Недостатки:

- 1) необходимость применения защитных мер против световой и тепловой радиации дуги;
- 2) возможность нарушения газовой защиты при сдувании струи газа движением воздуха;
- 3) большое выделение газов на месте сварки;
- 4) сильное разбрызгивание металла на токах больших величин;
- 5) порообразование в металле шва.

Таким образом, механизированная сварка плавящимся электродом в углекислом газе способствует увеличению производительности выполнения швов.

При сварке большой протяженности эффективно применять автоматизированные способы сварки. Для получения прочного сварного соединения, необходимо проваривать листы на всю толщину. Для этого нужно применить автоматическую сварку под слоем флюса. Автоматическое перемещение сва-

рочной дуги позволить выполнить равнопрочный шов на всю длину. В данном способе сварки сварочная ванна защищается от воздуха слоем флюса, который после расплавления и кристаллизации защищает сварной шов.

Преимущества и недостатки способа сварки [3].

Преимущества:

- 1) высокая скорость сварки достигается благодаря использованию высоких сварочных токов;
- 2) низкая стоимость работ;
- 3) низкий уровень сварочных деформаций;
- 4) качественное формирование и отличный внешний вид сварного шва;
- 5) отсутствие дымовыделения обеспечивает оператору большой комфорт и позволяет сэкономить на оборудовании для отвода и утилизации выделяющегося при сварке дыма;
- 6) высокая производительность.

Недостатки:

- 1) нет возможности производить сварку во всех пространственных положениях;
- 2) требуется тщательная сборка кромок под сварку так как при работе не видно место сварки;
- 3) повышенная жидкотекучесть расплавленного металла и флюса;
- 4) трудности корректировки положения дуги относительно кромок свариваемых деталей;
- 5) определенная трудность удаления шлаковой корки;
- 6) стыковая сварка деталей толщиной более 16 мм не осуществляется без разделки кромок.

Автоматическая сварка под слоем флюса поможет увеличить производительность изготовления балок, так как увеличит скорость сварки длинных деталей.

2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Выбор проката и подготовительные работы

Сварная балка коробчатого сечения применяется в конструкциях мостовых кранов. Для изготовления такой балки используются конструкционная углеродистая сталь обыкновенного качества Ст3сп. Сталь имеет хорошую свариваемость. Химический состав и механические свойства стали по ГОСТ 380-2005 представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Химический состав стали Ст3сп

	C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As
Ст3сп	0,14-0,22	0,15-0,3	0,4-0,65	до 0,3	до 0,05	до 0,04	до 0,3	до 0,008	до 0,3	до 0,08

Таблица 2 – Механические свойства стали Ст3сп

Временное сопротивление, МПа	Относительное удлинение, %	Ударная вязкость, Дж/см ²	Предел текучести, МПа
380-490	26	108	205-255

Согласно ГОСТ 380-2005 категория свариваемости у стали без ограничений, предварительный и последующий подогрев перед сваркой не требуется.

Перед сборочно-сварочными работами необходимо подготовить прокат и сварочные материалы. Для серийного производства балки коробчатого сечения необходимо оборудование для раскроя проката. Раскрой листового проката выполняется на станке для плазменной резки «ШквалПромышленный». Станок имеет программное обеспечение, позволяющее задать нужные координаты для точной резки проката. Широкополосный универсальный прокат марки Ст3сп используется следующие полосы:

- 1) полоса $\frac{10 \times 450 \text{ ГОСТ } 82-70}{\text{Ст.3сп ГОСТ } 380-2005}$ для диафрагм;
- 2) полоса $\frac{10 \times 480 \text{ ГОСТ } 82-70}{\text{Ст.3сп ГОСТ } 380-2005}$ для стенок;
- 3) полоса $\frac{10 \times 500 \text{ ГОСТ } 82-70}{\text{Ст.3сп ГОСТ } 380-2005}$ для полок;
- 4) полоса $\frac{25 \times 700 \text{ ГОСТ } 82-70}{\text{Ст.3сп ГОСТ } 380-2005}$ для опорных плит.

Перед тем, как произвести раскрой прокат, нужно установить припуски на плазменную резку и усадку металла при сварке. Припуск на плазменную резку 2 мм, на усадку металла при дуговой сварке на каждый метр сварного шва 2 мм. После определения припусков на резку, производится разметка проката. На рисунке 4 представлены эскизы для каждой детали балки.

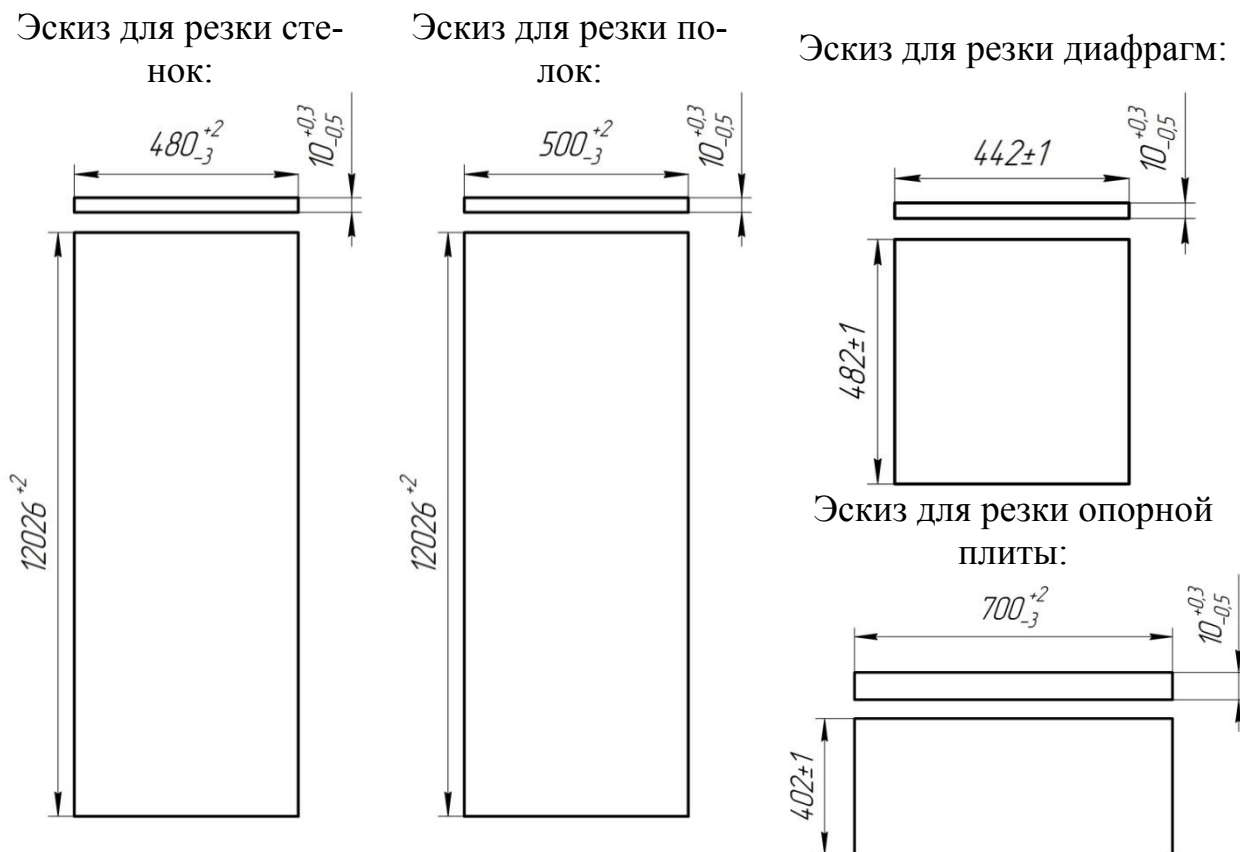


Рисунок 4. Эскизы деталей балки

С помощью вертикально-фрезерного станка Haas TM-1 на опорной плите нужно просверлить 4 отверстия для крепления.

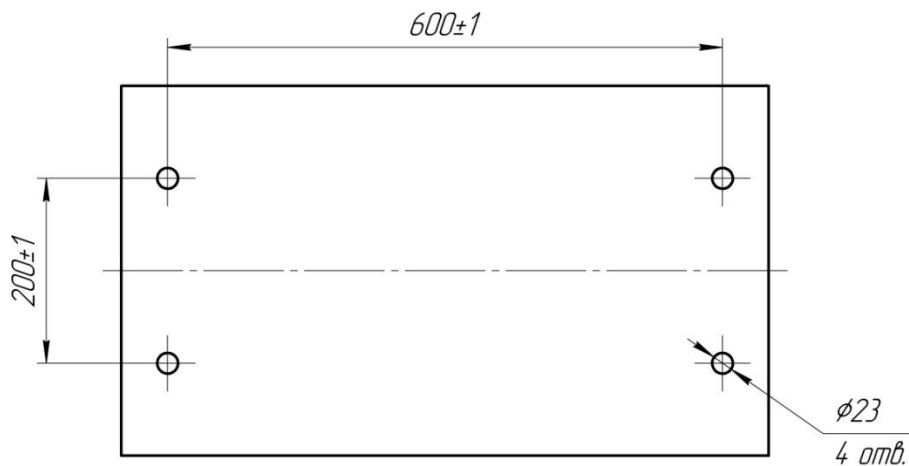


Рисунок 5. Эскиз для сверления отверстий

2.2 Подбор сварочных приспособлений

Для сварки балки коробчатого сечения необходимы сварочные приспособления, которые способствуют ускорить сборку и сварку балки. В изготовлении балки будем использовать передвижной сборочный портал, показанный на рисунке 6.

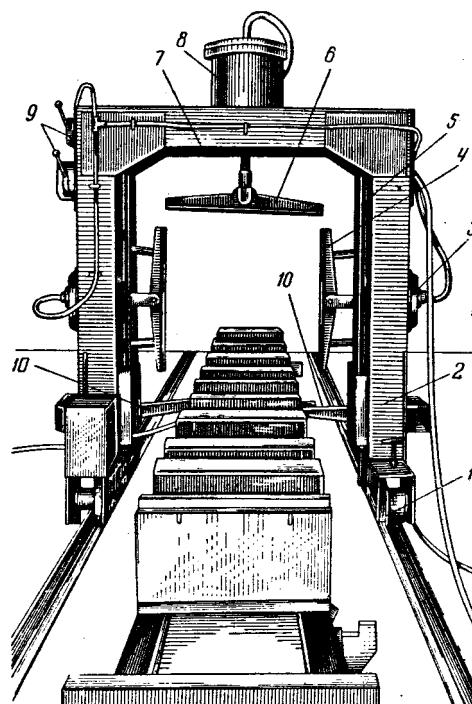


Рисунок 6. Передвижной сборочный портал:

- 1 – колеса, 2 – портал, 3 – боковой цилиндр, 4 – боковой прижим, 5 – тяга, 6 – верхний прижим, 7 – основание верхнего цилиндра, 8 – верхний цилиндр, 9 – воздушный кран, 10 – кулачки

2.3 Определение способов сварки, сварочного оборудования и сварочных материалов

Производительности изготовления балки коробчатого сечения будет увеличиваться, если использовать механизированную сварку плавящимся электродом в среде защитных газов, для выполнения прихваток и сварки диафрагм, и автоматическую сварку под слоем флюса, для сварки стенок и полок балки. Подберем сварочное оборудование и сварочные материалы.

Источники питания сварочной дуги должны удовлетворять следующим требованиям:

1. обеспечивать необходимые для данного технологического процесса силу тока дуги и напряжение дуги;
2. иметь необходимый вид внешней характеристики, чтобы выполнить условия стабильного горения дуги;
3. иметь такие динамические параметры, чтобы можно было обеспечить нормальное возбуждение дуги и минимальный коэффициент разбрызгивания.

При выбранных способах сварки используются также дополнительное сварочное оборудование, обеспечивающие подачу проволоки, защитного газа и флюса.

При механизированной сварке в среде защитных газов используется сварочный инвертор СВАРОГ MIG 500 P DSP с подающим механизмом J77. Технические характеристики представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Технические характеристики сварочного выпрямителя СВАРОГ MIG 500 P DSP и подающего механизма J77

Техническая характеристика	
Номинальный сварочный ток, А	500
Пределы регулирования сварочного тока, А	30-500
Род тока	Постоянный
Номинальное рабочее напряжение, В	14,8-34,0
Напряжение холостого хода, В	75
Номинальная мощность, кВт·А	23,5
Продолжительность включения, %	100
КПД, %	85
Вольтамперная характеристика	Универсальная
Диаметр сварочной проволоки, мм	1,5-6,0
Максимальная масса катушки, кг	15
Скорость подачи проволоки, м/мин	1,0-18,0
Габаритные размеры, мм.	960×480×1475
Масса, кг	83

Данный источник питания обеспечивает необходимые сварочный ток и напряжение, чтобы обеспечит качественное сварное соединение.

При автоматической сварке под слоем флюса используются две подвесные сварочные головки А-1406. Сварочная головка состоит из подающего механизма, токопроводящего устройства, механизма корректировки положения относительно сварочного шва и флюсового оборудования. Для питания сварочной головки используется сварочный выпрямитель КИУ-1201. Технические характеристики выпрямителя и сварочной головки представлены в таблице 4 и 5.

Таблица 4 – Технические характеристики сварочной выпрямителя КИУ-1201

Техническая характеристика	
Номинальный сварочный ток, А	1250
Пределы регулирования сварочного тока, А	200-1250
Род тока	Постоянный
Номинальное рабочее напряжение, В	20-56
Напряжение холостого хода, В	85
Номинальная мощность, кВт	84
Продолжительность включения	100%
КПД, %	85
Вольтамперная характеристика	Универсальная
Габаритные размеры, мм.	960×680×890
Масса, кг	550

Таблица 5 – Технические характеристики сварочной головки А-1406

Технические характеристики	
Питание сети	380В, 50Гц, 3 фазы
Номинальный сварочный ток, А при ПВ=100%	1000
Диапазон регулирования сварочного тока, А	250...1250
Количество электродов, шт	1
Диаметр электродной проволоки, мм	1,2...5
Регулировка угла наклона электрода	±30°
Объем под флюс, дм ³	40
Габаритные размеры, мм	1010×890×1725
Масса, кг	185

Выбранное сварочное оборудование для автоматической сваркой плавящейся проволокой под слоем флюса будет обеспечивать нужные параметры режимов сварки, которые будут обеспечивать качественный сварной шов.

Сварочные материалы, используемые в данных методах сварки, должны удовлетворять следующим условиям:

- а) равнопрочность сварного соединения с основным металлом;
- б) отсутствие дефектов в сварном шве;
- в) оптимальный химический состав металла шва;
- г) устойчивость сварных соединений при нагрузках.

При механизированной сварке плавящимся электродом в углекислом газе и при автоматической сварке плавящимся электродом под слоем флюса используется сварочная проволока, которая удовлетворяет выше перечисленным условиям. Наиболее подходящая проволока – Св-08Г2С, т.к. химический состав и механические свойства похожи с составом и свойствами листового проката стали Ст3сп. Химический состав и механические свойства наплавленного металла представлены в таблицах 6 и 7.

Таблица 6 – Химический состав сварочной проволоки Св-08Г2С

С	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
0,05-0,11	0,70-0,95	1,80-2,10	не более 0,20	не более 0,25	не более 0,025	не более 0,030

Таблица 7 – Механические свойства наплавленного металла

Временное сопротивление, МПа	Относительное удлинение, %	Ударная вязкость, Дж/см ²	Предел текучести, МПа
560	25	50	475

При механизированной сварке плавящимся электродом в углекислом газе используется сварочная проволока диаметром 2 мм, а в автоматической сварке плавящимся электродом под слоем флюса – 3 мм.

В механизированной сварки применяются в качестве защитного газа – углекислый (CO₂). CO₂ является наиболее распространенным из химически активных газов, и единственным газом, который можно использовать в чистом виде без добавления инертного газа. CO₂ обеспечивает очень глубокое проплавление, что полезно для сварки толстого металла, однако, при сварке в этом газе менее стабильна сварочная дуга, что приводит к большому разбрызгиванию.

В автоматической дуговой сварке под флюсом применяется гранулированный (зернистый) флюс. Для сварки стали Ст3сп сварочной проволокой Св-08Г2С применяют преимущественно высококремнистый марганцовистый

флюс АН-348А [1]. Согласно ГОСТ 9087-81 – Флюсы сварочные плавящиеся, химический состав флюса представлен в таблице 8.

Таблица 8 – Химический состав флюса АН-348А

Массовая доля, %								
SiO ₂	MnO	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	CaF ₂	Fe ₂ O ₃	S	P
40-44	31-38	Не более 12	Не более 7	Не более 6	3-6	0,5-2,0	0,12	0,12

Таким образом, для сварки балки коробчатого сечения нам нужны следующие сварочные материалы:

- 1) сварочная проволока Св-08Г2С диаметрами 2 и 3 мм;
- 2) углекислый газ CO₂ высшего сорта, для защиты сварочной ванны при механизированной сварке плавящимся электродом в защитных газах;
- 3) сварочный флюс АН-348А, для защиты сварочной ванны при автоматической сварке плавящимся электродом под слоем флюса.

2.4 Технология сборки и сварки

Перед сборкой и сваркой балки, нужно подготовить сварочные материалы для сварки. Провести зачистку мест под сварку на величину не менее 10 мм для сварки диафрагм и на величину не менее 20 мм под сварку стенок и полок. Зачистку проката производить с помощью углошлифовальной машины BOSCH GWS 22-230 JH Professional. Выполнить входной контроль сварочных материалов: сварочной проволоки, флюса и углекислого газа.

Для выполнения сварочных работ необходимо правильно установить и прихватить элементы балочной конструкции. Первоначальная сборка деталей будет влиять на качество сварной конструкции. Поэтому необходимо выдерживать зазоры между деталями. Также для качества сварных конструкций нужно выдерживать заданные параметры режимов сварки.

Сборка и сварка балки начинается с установки и сварки диафрагм на нижнюю полку. После установки диафрагм их следует прихватить механизированной сваркой в среде углекислого газа. Прихватки выполняются механизированной сваркой в среде CO₂ в шахматном порядке, длиной 30-50 мм че-

рез каждые 200 мм, высота прихваток 3-5 мм. Параметры режимов сварки показаны в таблице 9.

Таблица 9 – Параметры режимов сварки для выполнения прихваток

Диаметр электрода, мм	Род тока, полярность	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Расход газа, л/мин
2	Пост. ток, обр.пол.	200-260	22-26	8-10

На рисунке 7 показана установка и необходимый зазор между диафрагмами и полкой.

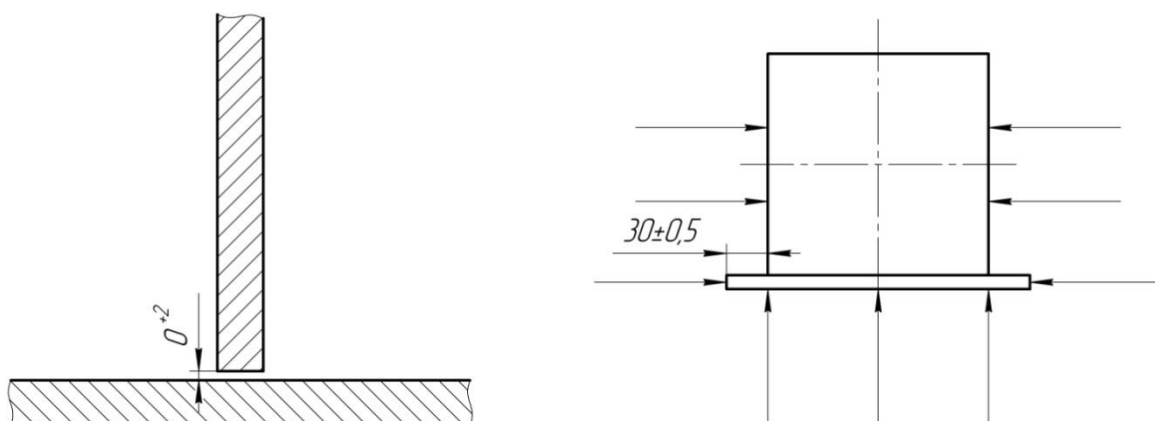


Рисунок 7. Установка диафрагм

Убрать сварочные приспособления и выполнить сварку диафрагм в два прохода по всей длине, выдерживая катет в $5^{+1,0}_{-0,5}$ мм. Параметры режимов сварки представлены в таблице 9.

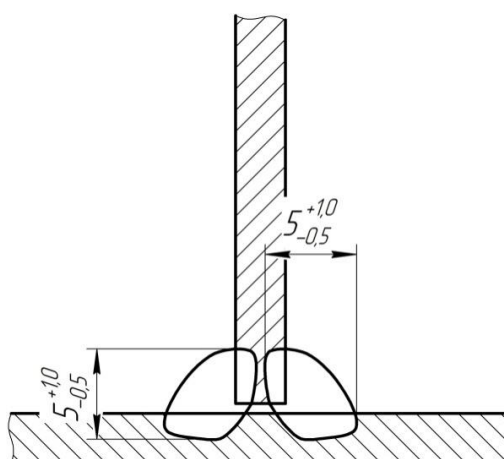


Рисунок 8. Размер катета сварного шва

После приварки диафрагм к нижней полке, установить стенки балки на нижнюю полку. Прихватить стенки к диафрагмам, выполняя прихватки в

шахматном порядке, длиной 30-50 мм через каждые 200 мм, высота прихваток 3-5 мм. Прихватить стенки с полкой прихватками длиной 40-50 мм через каждые 200 мм, высота прихваток 3-5 мм. Параметры режимов сварки представлены в таблице 9.

На рисунке 9 показана установка стенок.

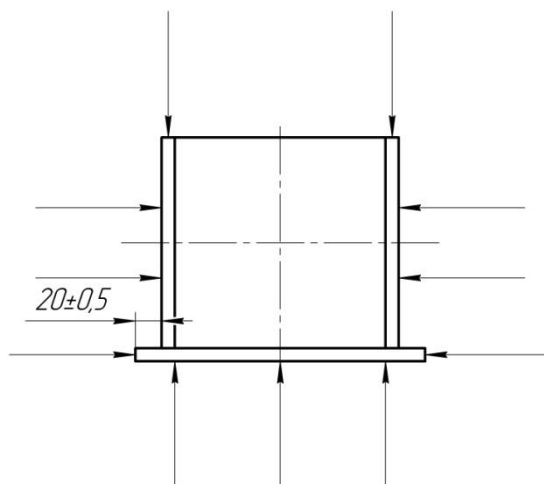


Рисунок 9. Установка стенок полке

После прихватки стенок убирать сборочные приспособления и приварить диафрагмы к стенкам, выдерживая катет в $5^{+1,0}_{-0,5}$ мм. Прихватки и сварка выполняются механизированной сваркой плавящимся электродом в среде CO_2 . В таблице 9 представлены параметры режимов для сварки.

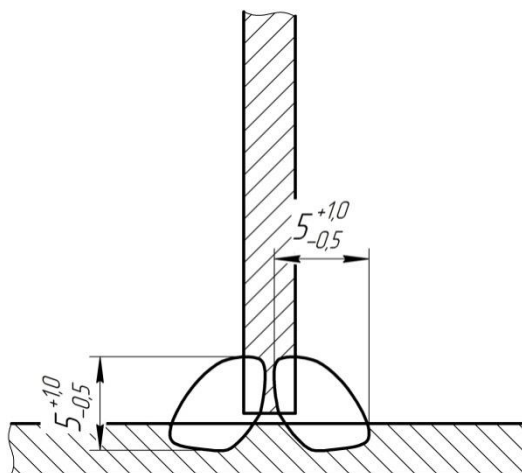


Рисунок 10. Размер катета сварного шва

Поднять балку, положить верхнюю полку, кантовать балку на 180° , установить на верхнюю полку и выполнить прихватку стенок к полке. При-

хватить стенки с полкой механизированной сваркой плавящимся электродом в углекислом газе прихватками длиной 40-50 мм через каждые 200 мм, высота прихваток 3-5 мм. Параметры режимов для выполнения прихваток представлены в таблице 9.

Установка показана на рисунке 11.

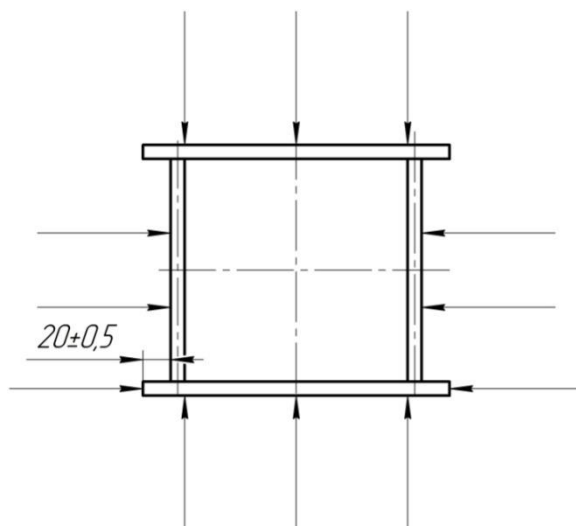


Рисунок 11. Установка соединения на верхнюю полку

Выполнить автоматическую сварку под слоем флюса с полным проплавлением стенок, выдерживая катет в 10^{+3} мм. Кантовать балку, установив на нижнюю полку и приварить со стенками выдерживая катет 10^{+3} мм. Параметры режимов для приварки стенок к полкам представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Параметры режимов для сварки стенок и полок

Диаметр электрода, мм	Сварочный пост. ток, обр. поляр., А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/ч
3	700-750	32-38	32,0

На рисунке 12 показан размер и допуск на катет сварного шва и сварка за один проход стенок и полок.

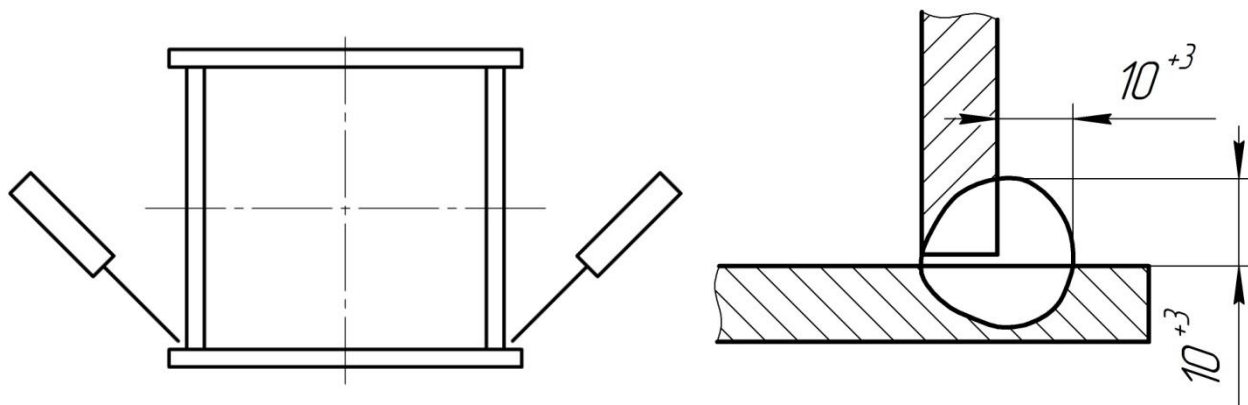


Рисунок 12. Сварка и размер катета сварного шва

При установке балки на требуемый объект нужно приварить опорные плиты. Для этого нужно установить балку на опорные плиты, выдерживая зазор, и прихватить механизированной сваркой плавящимся электродом в углекислом газе. Прихватки выполняются длиной 30-50 мм через каждые 200 мм, высота прихваток 3-5 мм. Параметры режимов сварки показаны в таблице 15.

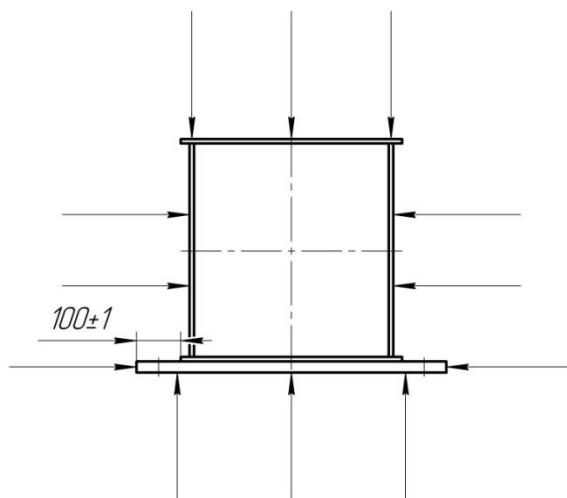


Рисунок 13. Установка опорных плит

Выполнить сварку балки к опорным плитам выдерживая катет в $10^{+2,5}_{-1,5}$ мм. Параметры режимов сварки представлены в таблице 9.

На рисунке 14 представлен размер катета с предельными отклонениями.

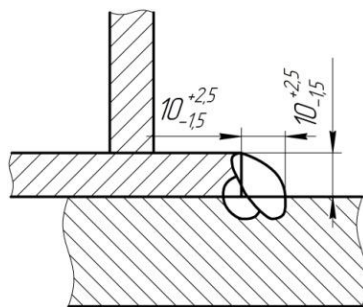


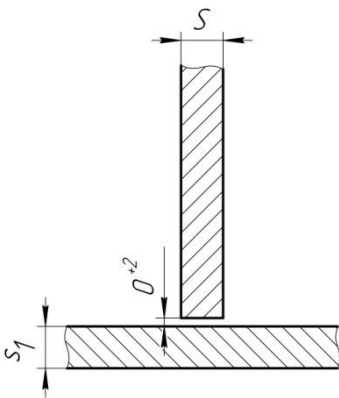
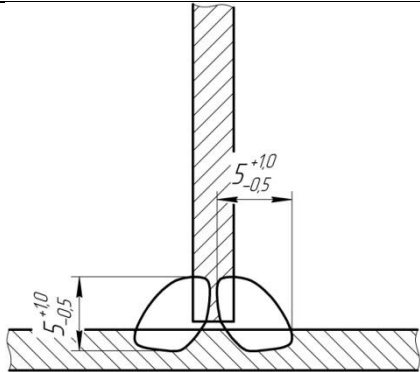
Рисунок 14. Размер катета сварного шва

После каждой сварочной работы зачистить металл от шлака и брызг при автоматической сварке под слоем флюса и от брызг при механизированной сварке в среде углекислого газа.

Ниже представлены карты технологических процессов сварки для каждого вида сварного шва

Карта технологического процесса сварки диафрагм

№ пп	Наименование	Обозначение (показатели)
1	Нормативный документ	РД 34.15.132-96, ГОСТ 14771-76
2	Способ сварки	УП
3	Основной материал (марки)	Ст3сп
4	Основной материал (группа)	М01
5	Сварочные материалы	Св-08Г2С
6	Толщина свариваемых деталей	10 мм
7	Диаметр деталей в зоне сварки	Плоские детали
8	Тип шва	УШ
9	Тип соединения	Т
10	Вид шва соединения	Дс,бз
11	Форма подготовки кромок	ТЗ
12	Положение при сварке	В1, Н2
13	Вид покрытия электродов	—
14	Состав и процентное соотношение смеси защитных газов	100% CO ₂
15	Режим подогрева	Без подогрева
16	Режим термообработки	Без термообработки

Конструкция соединения	Конструктивные элементы шва	
		
	S, мм	Число проходов
	10	2

Способ подготовки кромок и требования к сборке: Резка заготовок листового металла, обработка кромок под сварку должны выполняться плазменной резкой. Кромки металла после плазменной резки должны быть очищены от заусениц, грат, окалины, наплывов до металлического блеска и

не должны иметь неровностей, вырывов и шероховатостей, превышающих 1 мм. Кромки собранных элементов и прилегающие к ним зоны металла шириной не менее 10 мм непосредственно перед сваркой должны быть зачищены до чистого металла. Продукты очистки не должны оставаться в зазорах между собранными деталями.

Способ сборки: не менее чем на четырех прихватках, выполненных в шахматном порядке, длиной 30 - 50 мм, высотой 3-5 мм.

Требования к сборке: допускается отклонение от перпендикулярности не более 2,5 мм.

Сварочное оборудование: сварочный инвертор
СВАРОГ MIG 500 P DSP.

Таблица 11 – Параметры процесса сварки

Номер слоя (ва-лика)	Диаметр электрода, мм	Род тока, полярность	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Расход газа, л/мин
Прихватки	2	Пост.ток, обр.пол.	200-260	22-26	8-10
1-ый	2		200-260	22-26	8-10

Технологические требования к сварке:

При температуре воздуха ниже +5 °С или при наличии влаги на свариваемых кромках металл в зоне сварного шва перед прихваткой и сваркой должен быть просушен и прогрет до положительной температуры.

Наложение шва поверх прихваток допускается только после зачистки кромок основного металла от брызг. Дугу возбуждать в разделке кромок или с поверхности выполненного участка шва. Сварочный ток должен быть минимальным, обеспечивающим нормальное ведение сварки и стабильное горение дуги. Выполненный шов должен перекрывать кромки на 1–3 мм.

После окончания сварки со шва и околошовной зоны должны быть брызги металла.

Требования по контролю качества сварного соединения: перед сваркой контролировать: конструктивные элементы подготовки кромок, чи-

стоту кромок и прилегающих к ним поверхностей деталей, зазор и отклонение от перпендикулярности, качество, количество, размеры и расположение прихваток. В процессе сварки контролю подлежат: температура деталей и окружающего воздуха, порядок сварки соединения, режим сварки, толщина и ширина валика шва, технологические параметры процесса сварки. После сварки контролю подлежат: размеры выполненного шва и качество сварного соединения.

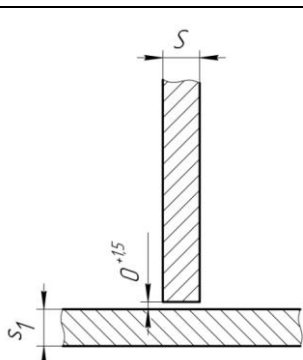
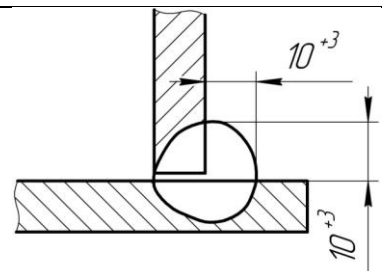
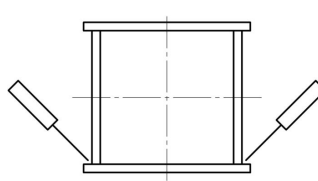
Контроль всех сварных соединений выполнить согласно таблице 12.

Таблица 12 – Контроль сварных соединений

Метод контроля	Объем контроля	НД по методике контроля	НД по оценке качества
Визуальный	100 %	РД 03-606-03	РД 24.090.97-98
Измерительный	100 %	РД 03-606-03	

Карта технологического процесса сварки стенок и полок

№ пп	Наименование	Обозначение (показатели)
1	Нормативный документ	РД 34.15.132-96, ГОСТ 8713-79
2	Способ сварки	МП(прихватки), АФ(шов)
3	Основной материал (марки)	Ст3сп
4	Основной материал (группа)	М01
5	Сварочные материалы	Св-08Г2С, АН-348
6	Толщина свариваемых деталей	10 мм
7	Диаметр деталей в зоне сварки	Плоские детали
8	Тип шва	УШ
9	Тип соединения	Т
10	Вид шва соединения	Ос,бп
11	Форма подготовки кромок	Т1
12	Положение при сварке	Н2
13	Вид покрытия электродов	—
14	Тип флюса	Плавленный
15	Режим подогрева	Без подогрева
16	Режим термообработки	Без термообработки

Конструкция соединения	Конструктивные элементы шва		-
			
	S, мм	Число проходов	
	10	1	

Способ подготовки кромок и требования к сборке: Резка заготовок листового металла, обработка кромок под сварку должны выполняться плазменной резкой. Кромки металла после плазменной резки должны быть защищены от заусениц, грата, окалины, наплывов до металлического блеска и не должны иметь неровностей, вырывов и шероховатостей, превышающих 1 мм. Кромки собранных элементов и прилегающие к ним зоны металла шири-

ной не менее 10 мм непосредственно перед сваркой должны быть зачищены до чистого металла. Продукты очистки не должны оставаться в зазорах между собранными деталями.

Способ сборки: прихватки длиной 30 - 50 мм, высотой 3-5 мм через каждые 200 мм.

Требования к сборке: допускается отклонение от перпендикулярности не более 2,5 мм.

Сварочное оборудование: две подвесные сварочные головки А-1406, два сварочных выпрямителя КИУ-1201, сварочный инвертор СВА-РОГ MIG 500 P DSP

Таблица 13 – Параметры процесса сварки

Способ сварки	Номер слоя (ва-лика)	Диаметр электро-да, мм	Свароч-ный пост. ток, обр. поляр., А	Напряже-ние дуги, В	Ско-рость сварки, м/ч	Рас-ход газа, л/мин
МП	Прихват-ки	2	200-260	22-26	-	8-10
АФ	1-ый	3	700-750	32-38	32,0	-

Технологические требования к сварке:

При температуре воздуха ниже +5 °С или при наличии влаги на свариваемых кромках металл в зоне сварного шва перед прихваткой и сваркой должен быть просушен и прогрет до положительной температуры.

Дугу возбуждать в разделке кромок или с поверхности выполненного участка шва. Сварочный ток должен быть минимальным, обеспечивающим нормальное ведение сварки и стабильное горение дуги.

После окончания сварки со шва и околошовной зоны должен быть удален шлак наплывы и брызги металла. Удаление шлака должно производиться после остывания шва (через 1— 2 минуты после потемнения).

Требования по контролю качества сварного соединения: перед сваркой контролировать: конструктивные элементы подготовки кромок, чистоту кромок и прилегающих к ним поверхностей деталей, зазор и отклоне-

ние от перпендикулярности. В процессе сварки контролю подлежат: температура деталей и окружающего воздуха, порядок сварки соединения, режим сварки, толщина и ширина валика шва, технологические параметры процесса сварки. После сварки контролю подлежат: размеры выполненного шва и качество сварного соединения.

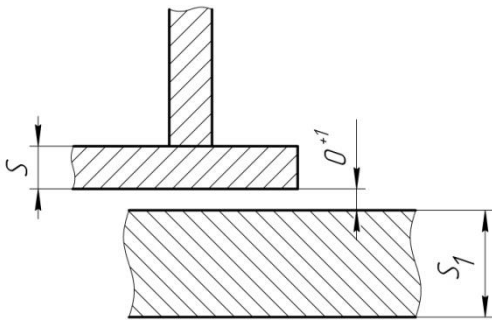
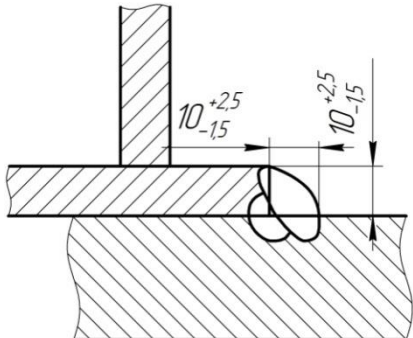
Контроль сварных соединений выполнить согласно таблице 14.

Таблица 14 – Контроль сварных соединений

Метод контроля	Объем контроля	НД по методике контроля	НД по оценке качества
Визуальный	100 %	РД 03-606-03	РД 24.090.97-98
Измерительный	100 %	РД 03-606-03	

Карта технологического процесса сварки опорных плит с балкой

№ пп	Наименование	Обозначение (показатели)
1	Нормативный документ	РД 34.15.132-96, ГОСТ 14771-76
2	Способ сварки	УП
3	Основной материал (марки)	Ст3сп
4	Основной материал (группа)	М01
5	Сварочные материалы	Св-08Г2С
6	Толщина свариваемых деталей	10 мм
7	Диаметр деталей в зоне сварки	Плоские детали
8	Тип шва	УШ
9	Тип соединения	Н
10	Вид шва соединения	ос,бп
11	Форма подготовки кромок	Н1
12	Положение при сварке	Н2
13	Вид покрытия электродов	—
14	Состав и процентное соотношение смеси защитных газов	100% CO ₂
15	Режим подогрева	Без подогрева
16	Режим термообработки	Без термообработки

Конструкция соединения	Конструктивные элементы шва	
		
	S, мм	Число проходов
	10	2

Способ подготовки кромок и требования к сборке: Резка заготовок листового металла, обработка кромок под сварку должны выполняться плазменной резкой. Кромки металла после плазменной резки должны быть зачищены от заусениц, грата, окалины, наплывов до металлического блеска и не должны иметь неровностей, вырывов и шероховатостей, превышающих 1 мм. Кромки собранных элементов и прилегающие к ним зоны металла шириной не менее 10 мм непосредственно перед сваркой должны быть зачищены до чистого металла. Продукты очистки не должны оставаться в зазорах между собранными деталями.

Способ сборки: не менее чем на трех прихватках длиной 30 - 50 мм, высотой 3-5 мм.

Требования к сборке: допускается смещение свариваемых кромок элементов в плоскости перпендикулярной оси шва не более 1 мм.

Сварочное оборудование: Сварочный инвертор СВАРОГ MIG 500 P DSP.

Таблица 15 – Параметры процесса сварки

Номер слоя (валика)	Диаметр электрода, мм	Род тока, полярность	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Расход газа, м ³ /мин
Прихватки	2	Пост.ток, обр.пол.	200-260	22-26	8-10
1-ый	2		200-260	22-26	8-10
2-ый	2		200-260	22-26	8-10

Технологические требования к сварке:

При температуре воздуха ниже +5 °С или при наличии влаги на свариваемых кромках металл в зоне сварного шва перед прихваткой и сваркой должен быть просушен и прогрет до положительной температуры.

Наложение шва поверх прихваток допускается только после зачистки кромок основного металла от брызг. Дугу возбуждать в разделке кромок или с поверхности выполненного участка шва. При многослойной сварке разбивать шов на участки следует с таким расчетом, чтобы их начала и концы ("замки" швов) в соседних слоях не совпадали, а были смещены на величину не менее 20 мм. Каждый последующий валик многослойного шва сварных соединений следует выполнять после тщательной очистки металла от брызг. Сварочный ток должен быть минимальным, обеспечивающим нормальное ведение сварки и стабильное горение дуги. Выполненный шов должен перекрывать кромки на 1–3 мм.

После окончания сварки со шва и околошовной зоны должны быть брызги металла.

Требования по контролю качества сварного соединения: перед сваркой контролировать: конструктивные элементы подготовки кромок, чистоту кромок и прилегающих к ним поверхностей деталей, зазор и смещение кромок, качество, количество, размеры и расположение прихваток. В процессе сварки контролю подлежат: температура деталей и окружающего воздуха, порядок сварки соединения, режим сварки, толщина и ширина валика шва, технологические параметры процесса сварки. После сварки контролю подлежат: размеры выполненного шва и качество сварного соединения.

Контроль сварных соединений выполнить согласно таблице 16.

Таблица 16 – Контроль сварных соединений:

Метод контроля	Объем контроля	НД по методике контроля	НД по оценке качества
Визуальный	100 %	РД 03-606-03	РД 24.090.97-98
Измерительный	100 %	РД 03-606-03	

В результате разработки сборки и сварки балки коробчатого сечения были установлены допустимые зазоры между элементами балочной конструкции, количество и геометрические размеры прихваток, размеры катетов сварных швов и их предельные отклонения. Также установили методы контроля сварных швов.

3.ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

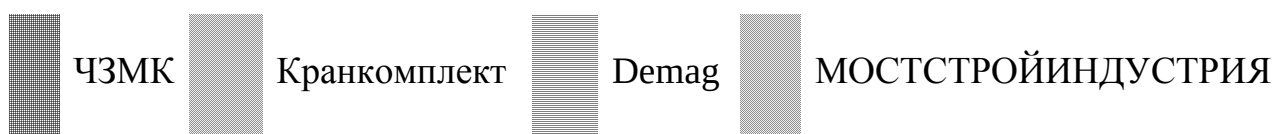
Целевой рынок – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка. В свою очередь, сегмент рынка – это особым образом выделенная часть рынка, группы потребителей, обладающих определенными общими признаками.

Сегментирование – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга). Можно применять географический, демографический, поведенческий и иные критерии сегментирования рынка потребителей, возможно применение их комбинаций с использованием таких характеристик, как возраст, пол, национальность, образование, любимые занятия, стиль жизни, социальная принадлежность, профессия, уровень дохода.

Целесообразно выбрать два наиболее значимых критерия: размер компании и отрасль, по которым будет производиться сегментирование рынка.

Таблица 17 – Карта сегментирования рынка

		Отрасль	
		Краностроение	Мостостроение
Размер компа-	Крупные		
	Средние		
	Мелкие		



Как видно из таблицы 17, наиболее перспективным сегментом в отраслях краностроения и мостостроения для формирования спроса является сегмент крупных и средних мостостроительных предприятий.

3.1 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим конкурентам. В настоящий момент в России можно выделить лишь два наиболее влиятельных предприятий-конкурентов в области производства балок коробчатого сечения: ООО «Ясногорский завод металлоконструкций» ЯЗМ (Тульская область), ООО «Челябметаллоконструкция» (г. Челябинск).

В таблице 18 приведена оценочная карта, включающая конкурентные технические разработки в области производства катализаторов ФТ.

Таблица 18 – Оценочная карта

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии катализатора							
1. Производительность балок	0,2	3	5	4	1,3	1,4	1,2
2. Срок службы балок	0,4	3	5	4	1,4	1,5	1,4
Экономические критерии оценки эффективности							
3. Цена	0,2	5	4	4	1	0,8	0,7
4. Конкурентоспособность продукта	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
5. Финансирование научной разработки	0,1	3	5	5	0,3	0,5	0,5
Итого:	1				4,5	4,6	4,2

Б_ф – продукт проведенной исследовательской работы;

Б_{к1} – «Ясногорский завод металлоконструкций»;

Б_{к2} – «Челябметаллоконструкция».

Таким образом, на основании таблицы 9 можно сделать вывод, что разработанный в ходе исследовательской работы балка коробчатого сечения

может составить серьезную конкуренцию уже имеющимся на российском рынке производителям. Главными преимуществами данной разработки является довольно высокая производительность и срок службы при относительно низкой цене.

3.2 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

На основе анализа, проведенного в предыдущих разделах бакалаврской работы был составлен SWOT-анализ научно-исследовательского проекта. Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Матрица первого этапа SWOT-анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Высокое качество получаемой продукции С2. Широкая область применения С3. Более низкая стоимость производства С4. Квалифицированный персонал С5. Актуальность проекта	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Требуется два источника питания Сл2. Отсутствие квалифицированного персонала Сл3. Перенастройка оборудования Сл4. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца
Возможности: В1. Регулирование производительности В2. Получение качественных сварных соединений В3. Повышение стоимости конкурентных разработок		
Угрозы: У1. Появление новых технологий У2. Отсутствие спроса на новые технологии производства У3. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства		

Интерактивные матрицы представлены в таблицах 20, 21, 22, 23.

Таблица 20 - Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	+	+	+	+
	B2	+	+	-	+	+
	B3	+	+	-	+	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и возможности: B1C1C2C3C4C5, B2B3C1C2C4C5.

Таблица 21 - Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта					
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	B1	-	-	-	+
	B2	+	-	+	-
	B3	-	+	-	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и возможности: B1Сл1Сл3, B3Сл1.

Таблица 22 - Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	-	-	-	+	+
	У2	+	-	-	-	-
	У3	-	-	-	+	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и угроз: У1C4C5.

Таблица 23 - Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта					
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	У1	+	+	+	-
	У2	-	+	-	-
	У3	-	-	-	-
	У4	-	-	-	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и угроз: У1Сл1Сл2Сл3.

Таким образом, можно составить итоговую матрицу SWOT-анализа (таблица 24).

Таблица 24 – Итоговая матрица SWOT-анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1.Высокое качество получаемой продукции С2. Широкая область применения С3. Более низкая стоимость производства С4.Квалифицированный персонал С5. Актуальность проекта	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Требуется два источника питания Сл2. Отсутствие квалифицированного персонала Сл3. Перенастройка оборудования Сл4.Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца
Возможности: В1. Регулирование производительности В2.Получение качественных сварных соединений В3. Повышение стоимости конкурентных разработок	В результате получения высокого качества продукции возможно регулирования производительности.	Отсутствие квалифицированного персонала влияет на получение качественных сварных соединений
Угрозы: У1. Появление новых технологий У2. Отсутствие спроса на новые технологии производства У3. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства	Когда продукция имеет широкую область применения, спрос на новые технологии производства отсутствует.	Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца влияет на появление новых технологий изготовления балок.

Результаты SWOT-анализа учитываются при разработке структуры работ, выполняемых в рамках научно-исследовательского проекта.

3.3 Планирование научно-исследовательских работ

3.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

Таблица 25 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Создание темы проекта	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
	2	Анализ актуальности темы	
Выбор направления исследования	3	Поиск и изучение материала по теме	Студент
	4	Выбор направления исследований	Научный руководитель, студент
	5	Календарное планирование работ	
Теоретические исследования	6	Изучение литературы по теме	Студент
	7	Подбор нормативных документов	
	8	Изучение механизированной сварки в среде защитных газов и автоматической сварки под слоем флюса	
Оценка полученных результатов	9	Анализ результатов	Научный руководитель, студент
	10	Вывод по цели	Научный руководитель, студент

3.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости t_{oji} используется следующая формула:

$$t_{oji} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (1)$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.; $t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.; $t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (2)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.; $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн. $Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Результаты расчетов внесены в таблицу 26.

Таблица 26 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ									Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}			Длительность работ в календарных днях T_{ki}		
	t_{min} , чел-дни			t_{max} , чел-дни			$t_{ожи}$, чел-дни									
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Составление и утверждение темы проекта	1	1	1	3	3	3	1,8	1,8	1,8	Руководитель	2	2	2	3	3	3
Анализ актуальности темы	1	1	1	3	3	3	1,8	1,8	1,8	Рук.-студ.	1	1	1	2	2	2
Поиск и изучение материала по теме	1	1	1	5	5	5	2,6	2,6	2,6	Студ.-рук.	1	1	1	2	2	2
Выбор направления исследований	1	2	2	3	4	4	1,4	2,8	2,8	Руководитель	1	2	2	2	3	3
Календарное планирование работ	1	1	1	3	3	3	1,8	1,8	1,8	Руководитель	2	2	2	3	3	3
Изучение литературы по теме	7	7	7	14	14	14	9,8	9,8	9,8	Студент	10	10	10	15	15	15
Подбор нормативных документов	5	6	6	8	9	9	6,2	7,2	7,2	Студ.-рук.	3	4	4	5	6	6
Изучение результатов	1	2	2	2	3	3	1,4	3	3	Студент	2	3	3	3	5	5
Проведение расчетов по теме	5	6	6	8	9	9	6,2	7,2	7,2	Студент	7	8	8	10	11	11
Анализ результатов	1	1	1	4	4	4	2,2	2,2	2,2	Студ.-рук.	2	2	2	3	3	3
Вывод по цели	1	1	1	4	4	4	2,2	2,2	2,2	Студент	3	3	3	4	4	4

3.3.3 Разработка графика проведения научного исследования

При выполнении дипломных работ студенты в основном становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем. Поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (3)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях; T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях; $k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (4)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году; $T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году; $T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

На основе таблицы 26 строится календарный план-график (таблица 27). График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени выполнения выпускной квалификационной работы.

Таблица 27 – Календарный план-график проведения ВКР по теме

№ работ	Вид работ	Исполнители	Т _{кi} , кал. дн.	Продолжительность работ													
				февраль		март			апрель			май			июнь		
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
1	Составление и утверждение темы проекта	Руководитель	3			☆											
2	Анализ актуальности темы	Рук.-Студ.	2			☆	↑										
3	Поиск и изучение материала по теме	Студент	2				↑										
4	Выбор направления исследований	Руководитель	2				☆										
5	Календарное планирование работ	Руководитель	3					☆									
6	Изучение литературы по теме	Студент	15					↑	↑	↑							
7	Подбор нормативных документов	Студ.-рук.	5						↑	↑	☆						
8	Изучение двух видов сварки	Студент	6						↑	↑							
9	Описание технологии сборки и сварки	Студент	3								↑	↑					
10	Изучение результатов	Студент	3									↑	↑				
11	Проведение расчетов по теме	Студент	10									↑	↑	↑			
12	Анализ результатов	Студ.-Рук.	3										↑	☆			
13	Вывод по цели	Студент	4											↑	↑		

 - студент
 - руководитель

3.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с выполнением.

3.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$З_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m \Pi_i \cdot N_{расхi} \quad (5)$$

где: m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, m^2 и т.д.);

Π_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./ m^2 и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов.

Таблица 28 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы, ($З_m$), руб.		
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Бумага	лист	150	100	130	2	2	2	345	230	169
Картридж для принтера	шт.	1	1	1	1000	1000	1000	1150	1150	1150
Интернет	М/бит (пакет)	1	1	1	350	350	350	402,5	402,5	402,5
Итого								1898	1783	1722

3.4.2 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей

темы

Месячный должностной оклад работника сведем в таблицу 29:

Таблица 29 – Оклад работника

Исполнители по категориям	Оклад, руб.	Районный коэффициент (для Томска)	Месячная зарплата, руб./мес.
Руководитель	17000	1,3	22000
Студент	1700	1,3	2200

Таблица 30 - Баланс рабочего времени

Показатель рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	104	104
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	28	28
- невыходы по болезни	-	-
Действительный годовой фонд рабочего времени	219	219

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}}, \quad (6)$$

где: $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

3.4.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) \quad (7)$$

где: $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2017 г. в соответствии с Федеральным закона от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30,2%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2017 году водится пониженная ставка – 30,2%.

Таблица 31 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб			Дополнительная заработная плата руб		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Руководитель проекта	22000	27000	24300	5000	5500	5250
Студент	2200	7000	5000	780	840	600
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,302					
Итого						
Исполнение 1	9054 руб.					
Исполнение 2	12183 руб.					
Исполнение 3	10797 руб.					

Отчисления при Исполнении 1 получаются минимальным при учете, что зарплаты руководителя и студента являются средними.

3.4.4 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = k_{\text{нр}} \cdot (\text{сумма статей } 1 \div 3), \quad (8)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов $k_{\text{нр}}$ допускается взять в размере 16%. Результаты расчета накладных расходов на НТИ приведены в таблице 32.

Таблица 32 - Расчет бюджета на спецоборудование

№п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования			Мощность электроприбора, кВт			Общая стоимость оборудования, руб.		
		Исп1.	Исп2.	Исп3.	Исп1.	Исп2.	Исп3.	Исп1.	Исп2.	Исп3.
1.	Компьютер	1	1	1	0,350	0,360	0,340	40500	41500	49000
Итого:		1	1	1	1,28	1,275	1,282	40500	41500	49000

Стоимость оборудования, используемого при выполнении непосредственно НТИ и имеющегося в организации, учитываются в виде амортизации.

Затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле:

$$E_э = \sum N_i \cdot T_э \cdot Ц_э, \quad (9)$$

где N_i – мощность электроприборов по паспорту, кВт;

$T_э$ – время использования электрооборудования, час;

$Ц_э$ – цена одного кВт·ч, руб.

$$E_э = 1,28 \cdot 300 \cdot 4,36 = 1674,2 \text{ руб.} \quad (10)$$

Амортизация определяется по формуле:

$$A = \frac{C}{T_{об}} = \frac{40500}{10} = 4050 \text{ руб.} \quad (11)$$

Определили сумму амортизации на весь период исследования и дальнейшее ее внедрение в производство.

3.4.5 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией

в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 33.

Таблица 33 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	
1. Материальные затраты НТИ	1898	1783	1722	Таблица 19
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	24200	34000	29300	Таблица 22
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	5780	6340	5850	Таблица 22
4. Отчисления во внебюджетные фонды	9054	12183	10797	Таблица 22
5. Накладные расходы	10547	10580	11187	16 % от суммы ст. 1-5
6. Амортизация	4050	4150	4900	
6. Бюджет затрат НТИ	55529	69036	63756	Сумма ст. 1-6

При планировании бюджета было обеспечено полное отражение всех видов возможных расходов, необходимых для его выполнения.

3.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансово, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение свя-

зано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (12)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки; Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения; Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (13)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки; a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки; b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Таблица 34 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	4	3
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	5	4	4
3. Помехоустойчивость	0,15	4	4	4
4. Энергосбережение	0,20	4	4	4
5. Надежность	0,25	4	5	5
6. Материалоемкость	0,15	5	3	3
ИТОГО	1	4,4	4,1	4

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{\text{исп}}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{исп1}} = \frac{I_{\text{р-исп1}}}{I_{\text{финр}}}, I_{\text{исп2}} = \frac{I_{\text{р-исп2}}}{I_{\text{финр}}} \text{ и т. д.} \quad (14)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (таблица 35) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{\text{ср}}$):

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп1}}}{I_{\text{исп2}}} \quad (15)$$

Таблица 35 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель	0,51	1	0,89
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,4	4,1	4
3	Интегральный показатель эффективности	8,6	4,1	4,5
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	2	0,9	1

Сравнительный анализ интегральных показателей эффективности показывает, что предпочтительным является первый вариант исполнения, так как данный вариант исполнения является наиболее экономичным и ресурсоэффективным.

Вывод: для достижения главной цели раздела решались такие важные задачи, как:

- 1) оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований проводили с помощью рассмотрения целевого рынка и его сегментирования. На основе SWOT-анализа провели выявление сильных сторон и возможностей проект, а также слабых сторон и

угроз. Для извлечения дополнительных преимуществ необходимо дальнейшее развитие технологии;

- 2) при планировании научно-исследовательских работ определили общее содержание работы, тему проекта, структуру работы, работу каждого участника, продолжительность работ;
- 3) при планировании бюджета было обеспечено полное отражение всех видов возможных расходов, необходимых для его выполнения. Итоговая сумма бюджета составляет 55529 рублей.

При итоговом анализе раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение», можно сделать вывод, что выбранный способ и технология сварки более экономичны и эффективны по сравнению с другими рассмотренными аналогами.

4.СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

В данном разделе в соответствии с полученными знаниями и умениями нужно продемонстрировать умение анализировать характер действия, разработанных в работе решений, с точки зрения социальной ответственности за моральные, общественные, экономические, экологические возможные негативные последствия и ущерб здоровью человека в результате их внедрения.

Социальная ответственность при разработке новых решений должна обеспечивать: исключение несчастных случаев; защиту здоровья работников; снижение вредных воздействий на окружающую среду; экономное расходование невозобновимых природных ресурсов.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы выполнение сварных швов осуществлялось на сварочном выпрямителе СВАРОГ MIG 500 DSP.

Рабочая зона оборудована системами отопления, водоснабжения, вентиляции воздуха, комбинированным освещением; соответствует требованиям [4,5]

4.1 Производственная безопасность

Производственная безопасность представляет систему организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих вероятность воздействия на персонал опасных травмирующих производственных факторов, возникающих в рабочей зоне в процессе трудовой деятельности. Необходимо выявить вредные и опасные производственные факторы, которые могут возникать при работе на сварочном выпрямителе СВАРОГ MIG 500 DSP. Выбор факторов производится с использованием ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»[6]. Все факторы приведены в таблице 36.

Таблица 36 – Опасные и вредные факторы при выполнении сварочных работ

Источник фактора, наименование видов работ	Ф а к т о р ы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ)		Нормативные Документы	
			Вредные факторы	Опасные факторы
	Вредные	Опасные		
Работа на сварочном выпрямителе СВАРОГ MIG 500 DSP	Недостаточная освещенность рабочей зоны	Повышенный уровень статического электричества	СП 52.13330.2011	ГОСТ 12.1.019 - 79 (с изм. №1)
	Повышенный уровень электромагнитных излучений	Электрический ток	СанПиН 2.2.2./2.4.1340-03	ГОСТ 12.1.038-82
	Повышенный уровень шума на рабочем месте		Р 2.2.2006-05	
	Отклонение параметров микроклимата в помещении		ГОСТ 12.1.005-88	

Далее более подробно рассмотрим опасные и вредные факторы, воздействующие на инженера, возникающие в связи с работой на сварочном выпрямителе.

4.1.1 Отклонение параметров микроклимата в помещении

Микроклимат производственных помещений - это климат внутренней среды помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха [7]. Согласно [8] показателями характеризующими микроклимат являются: температура воздуха, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха, интенсивность теплового излучения.

Указанные параметры – каждый в отдельности и в совокупности – оказывают значительное влияние на работоспособность человека, его самочувствие и здоровье. При определенных их значениях человек испытывает состояние теплового комфорта, что способствует повышению производи-

тельности труда, предупреждению простудных заболеваний. И, наоборот, неблагоприятные значения микроклиматических показателей могут стать причиной снижения производственных показателей в работе, привести к таким заболеваниям работающих как различные формы простуды, радикулит, хронический бронхит, тонзиллит и др.

Для создания благоприятных условий работы, соответствующих физиологическим потребностям человеческого организма, санитарные нормы устанавливают оптимальные и допустимые метеорологические условия в рабочей зоне помещения.

Рабочая зона ограничивается высотой 2,2 м над уровнем пола, где находится рабочее место. При этом нормируются: температура, относительная влажность и скорость движения воздуха СанПиН 2.2.4.548-96 [8]. Все категории работ разграничиваются на основе интенсивности энергозатрат организма в Вт. Работа выполнение сварных швов относится к категории Пб (работа с интенсивностью энерготрат 233-290 Вт). Оптимальные и допустимые параметры микроклимата на рабочем месте согласно СанПиН 2.2.4.548-96 приведены для категории Пб приведены в таблице 37.

Таблица 37 – Оптимальные показатели микроклимата

Период года	Температура, град. С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	17-19	60-40	0,2
Теплый	19-21	60-40	0.2

Таблица 38 – Допустимые показатели микроклимата

Период года	Температура, град. С		Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с	
	Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин		Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин
Холодный	15,0-16,9	19,1-22,0	15-75	0,2	0,4
Теплый	16,0-18,9	21,1-27,0	15-75	0,2	0,5

Для создания оптимальных условий труда нужно выполнить следующие рекомендации:

- 1) введение перерывов;
- 2) организация принудительного воздухообмена;
- 3) применение спецодежды и средств индивидуальной защиты;
- 4) правильная организация систем отопления и воздухообмена;
- 5) выделение в воздух рабочих помещений влаги.

4.1.2 Повышенный уровень шума на рабочем месте

Люди, которым приходится работать в условиях длительного шума, обычно имеют головные боли, раздражительность, сталкиваются со снижением памяти, повышенной утомляемостью, также у многих понижен аппетит, есть боли в ушах и т. д. Перечисленные факты снижают производительность, работоспособность человека, а также качество труда [9].

Шумовой фон помещения создают работающий сварочный выпрямитель и система принудительной вентиляции.

Во избежание негативных последствий от производственного шума, его необходимо регулировать в соответствие с нормами, которые указаны в ГОСТ 12.1.003-2014 «ССБТ. Общие требования безопасности».

Допустимые уровни звука и звукового давления для рабочего места разработчика-программиста согласно вышеуказанному ГОСТ 12.1.003-2014 представлены в таблице 39.

Таблица 39 – Допустимые уровни звукового давления в октавных полосах, уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах

Вид трудовой деятельности/ Частоты	Уровни звука и звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Сварочные работы на выпрямителе Рабочие места в производственных помещениях и на территории предприятия	107	95	87	82	78	75	71	69	80

Эквивалентный уровень шума – 80 дБА.

Для снижения уровня шума, производимого сварным выпрямителем, рекомендуется регулярно проводить их техническое обслуживание: чистка от пыли, прочистка шлангов, замена деталей; также применяются звукопоглощающие материалы.

4.1.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Освещение - получение, распределение и использование световой энергии для обеспечения благоприятных условий видения предметов и объектов. Плохое освещение утомляет не только зрение, но и вызывает утомление организма в целом. Неправильное освещение может быть причиной травматизма: плохо освещенные опасные зоны, слепящие лампы, резкие тени ухудшают или вызывают полную потерю зрения, ориентации.

На практике используются два вида освещения: естественное (солнце) и искусственное (газоразрядные лампы). Естественное боковое и искусственное рабочее, а также комбинированное, которое состоит из местного освещения рабочих мест и общего освещения помещения. Нормируемый показатель освещенности на рабочих местах производственных помещений при искусственном освещении составляет 200 лк. При недостаточном уровне освеще-

щённости, необходимо установить необходимое количество ламп искусственного освещения. Согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [9] коэффициент пульсации освещенности для лаборатории не должен превышать 10%. Виды освещения нормируются СП52.13330.2011 [10].

4.1.4 Повышенный уровень электромагнитных излучений

Электромагнитные поля, характеризующиеся напряженностями электрических и магнитных полей, наиболее вредны для организма человека. Основным источником этих проблем, связанных с охраной здоровья людей, использующих в своей работе является сварочный выпрямитель СВАРОГ MIG 500 DSP. Длительное воздействие электромагнитного поля на организм человека может вызвать нарушение функционального состояния нервной и сердечнососудистой систем. Это выражается в повышенной утомляемости, снижении качества выполнения рабочих операций, изменение кровяного давления и пульса. Предельно допустимые значения излучений от выпрямителя в соответствии с СанПиН 2.1.1191-2003 [11] приведены в таблице 40.

Таблица 40 – Допустимые уровни ЭМП, создаваемых сварочным аппаратом

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 10 Гц – 30 кГц	500 В/м
	в диапазоне частот 30 кГц – 300 ГГц	1500 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 10 Гц – 30 кГц	300 А/м
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	50 А/м

В качестве рекомендаций защиты от электромагнитного излучения используются:

- 1) ограничение по времени нахождения персонала на рабочем месте;
- 2) регулярные перерывы между рабочим временем;
- 3) рациональное размещение оборудования;
- 4) использование спецодежды и средств индивидуальной защиты.

4.1.5 Вредные вещества

Вредным называется вещество, которое при контакте с организмом человека может вызывать травмы, заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами как в процессе контакта с ним, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Высокая температура сварочной дуги способствует интенсивному окислению и испарению металла, флюса, защитного газа, легирующих элементов. Окисляясь кислородом воздуха, эти пары образуют мелкодисперсную пыль, а возникающие при сварке и тепловой резке конвективные потоки уносят газы и пыль вверх, приводя к большой запыленности и загазованности производственных помещений. Основными компонентами пыли при сварочных работах на сварочном выпрямителе СВАРОГ MIG 500 DSP являются окислы железа, марганца и кремния.

По степени воздействия на организм вредные вещества подразделяют на четыре класса опасности по ГОСТ 12.1.007–76:

- 1-й-вещества чрезвычайно опасные;
- 2-й-вещества высоко опасные;
- 3-й-вещества умеренно опасные;
- 4-й - вещества малоопасные.

Вредные вещества, выделяемые при сварке, относятся ко 3-му классу опасности.

Таблица 41 – Нормы и показатели вредных веществ

Наименование показателя	Нормы для класса опасности
	3-го
Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м	1,1-10,0
Средняя смертельная доза при введении в желудок, мг/кг	151-5000
Средняя смертельная доза при нанесении на кожу, мг/кг	501-2500
Средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/м	5001-50000
Коэффициент возможности ингаляционного отравления (КВИО)	29-3
Зона острого действия	18,1-54,0
Зона хронического действия	4,9-2,5

Меры предосторожности при выделении вредных веществ:

- 1) ограничение содержания примесей вредных веществ в исходных и конечных продуктах;
- 2) выбор соответствующего производственного оборудования и коммуникаций, не допускающих выделения вредных веществ в воздух рабочей зоны в количествах, превышающих предельно допустимые концентрации при нормальном ведении технологического процесса, а также правильную эксплуатацию санитарно-технического оборудования и устройств;
- 3) рациональную планировку промышленных площадок, зданий и помещений;
- 4) применение средств дегазации, активных и пассивных средств взрывозащиты и взрывоподавления;
- 5) применение средств индивидуальной защиты работающих;
- 6) специальную подготовку и инструктаж обслуживающего персонала;
- 7) проведение предварительных и периодических медицинских осмотров лиц, имеющих контакт с вредными веществами.

4.1.6 Электрический ток

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от

вредного и опасного воздействия электрического тока [11] (ГОСТ 12.1.009-76).

В зависимости от индивидуальных показателей человека (масса, рост, строение тела, пол, род занятий), его физического состояния (болезнь, наличие состояния алкогольного опьянения), параметров протекающего тока (сила тока и его частота), состояния окружающей среды зависит поражающее воздействие на организм.

Одним из наиболее опасных параметров являются переменный ток с частотой от 10 до 120 Гц. Наиболее безопасным напряжением для человека является до 12 В, условно безопасным до 36 В. Опасной величиной считается ток, более 1 мА, а смертельным более 100 мА. Опасность поражения человека электрическим током существует во всех случаях, когда используются электрические установки и оборудование. Для предотвращения электрического поражения необходимо по возможности исключить причины поражения, к которым относятся:

- 1) случайные прикосновения к токоведущим частям, находящимся под напряжением;
- 2) появление напряжения на механических частях электрооборудования (корпусах, кожухах и т.д.) в результате повреждения изоляции или других причин;
- 3) появление напряжения на отключённых токоведущих частях, на которых работают люди в результате ошибочного включения;
- 4) возникновения напряжения на поверхности земли или на опорной поверхности;
- 5) не целостность токоведущих кабелей;
- 6) включенный сеть во время перерыва.

Согласно ПУЭ (7-е изд.) [7] данное производственное помещение относится к категории помещения – без повышенной опасности. Так как в ней учтены все необходимые правила по электробезопасности, это сухое помещение без повышенного напыления, температура воздуха нормальная, пол

покрыт изоляционным материалом. Влажность воздуха не превышает 75%, отсутствует токопроводящая пыль, температура не превышает 35°C.

Все сотрудники проходят первичный инструктаж по электробезопасности.

4.1.7 Термическая опасность

Термическая опасность – опасность, возникающая при горении, повышенной температуры поверхности или повышенной температуре вдыхаемого газа.

Термические опасности могут приводить к:

- 1) ожогам и ошпариванию из-за соприкосновения с предметами или материалами, имеющими чрезвычайно высокую или низкую температуру, вызванную, например, пламенем или взрывом, а также излучением источников тепла;
- 2) ущерб здоровью из-за воздействия высокой или низкой температуры окружающей производственной среды;
- 3) ожог дыхательной системы путем вдыхания газа повышенной температуры.

Причины возникновения термической опасности:

- 1) нагрев свариваемых деталей путем электродуговой сваркой;
- 2) брызги расплавленного металла;
- 3) улетучивание защитного газа.

Меры предосторожности от термической опасности:

- 1) использование спецодежды и средств индивидуальной защиты;
- 2) принудительная вентиляция рабочей зоны;
- 3) защитные экраны.

4.2 Экологическая безопасность

Экологическая безопасность – это допустимый уровень негативного воздействия природных и антропогенных факторов экологической опасности на окружающую среду и человека.

Работа в производственном помещении основана на сварочных работах выпрямителем СВАРОГ MIG 500 DSP. Воздействия на окружающую

среду будут заключаться в негативном влиянии на атмосферу, поступлении в воздух вредных веществ, при нагревании стальных листов, выделение в воздух пыли и газа, скопление брызг металла, в результате чего, происходит накопление вредных паров и пыли в помещении.

Негативное воздействие на литосферу характеризуется утилизацией твердых отходов (металлическая крошка).

Решения по обеспечению экологической безопасности:

1. Для литосферы – хранение металлической крошки в специально помещении на предприятии (склад металлических отходов).

2. Для атмосферы – предварительная очистка воздуха и использование принудительной системы вентиляции над рабочим местом.

4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация называют обстановку, которая возникает на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, стихийного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде.

В помещении предприятия возможно возникновение такой чрезвычайной ситуации как пожар.

Пожар представляет собой неконтролируемый процесс горения, причиняющий материальный ущерб, вред жизни и здоровью людей.

При работе в помещении, причиной пожара могут послужить:

- 1) неисправность оборудования и электропроводки;
- 2) перегрузка сети, ведущая к нагреву токоведущих частей и загоранию изоляции;
- 3) короткое замыкание;
- 4) несоблюдение норм и правил пожарной безопасности;
- 5) вылет раскаленной капли на легковоспламеняющуюся поверхность.

4.3.1. Пожарная безопасность

Пожаром называется неконтролируемое горение вне специального очага, наносящего материальный ущерб. Понятие пожарная безопасность объекта означает состояние объекта, при котором с установленной вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей опасных факторов пожара, в том числе обеспечивается защита материальных ценностей.

Пожарная безопасность предусматривает обеспечение безопасности людей и сохранения материальных ценностей предприятия на всех стадиях его жизненного цикла. Основными системами пожарной безопасности являются системы предотвращения пожара и противопожарной защиты, включая организационно-технические мероприятия.

Помещение предприятия по степени пожароопасности относится к классу В-4, так как в нем находятся (обращаются) горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они находятся (обращаются), не относятся к категории А или Б. Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

- 1) халатное неосторожное обращение с огнем (курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);
- 2) вылет раскаленной капли электрода;
- 3) взрыв баллона с защитным газом.

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для устранения причин возникновения пожаров в помещении лаборатории должны проводиться следующие мероприятия:

- 1) использование только исправного оборудования;
- 2) издание приказов по вопросам усиления пожарной безопасности
- 3) назначение ответственного за пожарную безопасность помещений;
- 4) курение в строго отведенном месте;
- 5) проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;
- 6) отключение электрооборудования, освещения и электропитания по окончании работ;
- 7) проверка баллонов на плотность закрытия;
- 8) проведение периодических замен токопроводящих кабелей;
- 9) уборка рабочего места после рабочего дня;
- 10) содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Здание должно соответствовать требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, порошковых огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу.

4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

Правовые вопросы обеспечения безопасности рабочих устанавливаются охраной труда при сварочных работах. К самостоятельному выполнению сварочных работ допускаются работники не моложе 18 лет, прошедшие ме-

дицинское освидетельствование, вводный инструктаж, первичный инструктаж, обучение и стажировку на рабочем месте, проверку знаний требований охраны труда, имеющие группу по электробезопасности не ниже II, профессиональные навыки по сварочным работам и имеющие удостоверение на право производства сварочных работ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалифицированной работы была разработана технология сборки и сварки балки коробчатого сечения следующих геометрических размеров: пролет балки – 12000 мм, высота и ширина балки – 500 мм, толщина стенки основных элементов сечения балки – 10 мм. Были выбраны:

- 1) листовой прокат для изготовления балки – широкополосный универсальный прокат стали Ст3сп;
- 2) способы сварки: механизированная сварка плавящимся электродом в среде углекислого газа и автоматическая сварка под слоем флюса;
- 3) сварочные материалы: сварочная проволока Св-08Г2С диаметра 2 и 3 мм, защитный углекислый газ CO₂ высшего сорта и сварочный флюс АН-348-А;
- 4) сварочное оборудование: два сварочный выпрямитель СВАРОГ MIG 500 P DSP с подающим механизмом J77 и две подвесных сварочных головки А-1406 с двумя сварочными выпрямителями КИУ-1201.

Так же были описаны подготовительные работы к сборочно-сварочным работам, то есть раскрой проката, зачистка в местах под сварку, проверка и очистка сварочной проволоки и прокалка флюса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Универсальные агрегатированные силовые узлы и элементы крепления механизации сборочно-сварочного производства : альбом / Научно-исследовательский институт информации по тяжелому, энергетическому и транспортному машиностроению. — Москва: Б.и., 1972. — 112 с.: ил..
- 2) Трущенко Е.А. Технология сварки плавлением. Часть 1. Издательство Томского политехнического университета, 2011-143с.
- 3) Овчиников В.В. Оборудование, техника и технологии сварки и резки металлов: учебник. — М.: КНОРСУ, 2010.-304 с.
- 4) Виноградов, Василий Сергеевич. Электрическая дуговая сварка : учебное пособие для начального профессионального образования / В. С. Виноградов. — 2-е изд., стер.. — Москва: Академия, 2008. — 320 с.: ил.. — Начальное профессиональное образование. Металлообработка. —Федеральный комплект учебников.
- 5) Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы: санитарно эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03: утверждены главным санитарным врачом Российской Федерации 13 июня 2003 г. [Электронный ресурс]. — Режим доступа [www.URL:http://www.rosteplo.ru/Npb_files/npb_shablom.php?id=707](http://www.rosteplo.ru/Npb_files/npb_shablom.php?id=707).
- 6) Федеральный закон Российской Федерации от 28 декабря 2013 г. N426-ФЗ «О специальной оценке условий труда» [Электронный ресурс]. — Режим доступа [www.URL:http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_156555](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_156555).
- 7) ГОСТ 12.0.003–74.ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
- 8) СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. — М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.
- 9) СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. М.: Минздрав России, 1997.
- 10) СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. М.: Минздрав России, 2003.
- 11) ГОСТ 12.1.005-88. Система стандартов безопасности труда (ССБТ) М.: Стандартиформ, 2008.

- 12) СанПиН 2.2.4.1191–03. Электромагнитные поля в производственных условиях.
- 13) ГОСТ 12.1.009-76. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда.
- 14) ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. М.: Стандартиформ, 2013.
- 15) Николаев Г. А. Сварка в машиностроении: справочник в 4-х т. – М.: Машиностроение, 1978.
- 16) СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
- 17) СНиП 23-03-2003. Защита от шума. – М.: Госстрой России, 2004. – 34 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

